



**Colegio de Estudios
Superiores de Administración**

**TIPIFICACIÓN DE LA DISTRIBUCION DE RENDIMIENTOS DE LOS
FUTUROS DE ENERGÍA**

LEIDY GIOANNA ESQUIVEL FONSECA

**COLEGIO DE ESTUDIOS SUPERIORES DE ADMINISTRACION – CESA
MAESTRIA EN FINANZAS CORPORATIVAS**

BOGOTA

2018

**TIPIFICACIÓN DE LA DISTRIBUCION DE RENDIMIENTOS DE LOS
FUTUROS DE ENERGÍA**

LEIDY GIOANNA ESQUIVEL FONSECA

**Director del Trabajo de Grado
ESPERANZA HERNANDEZ**

**COLEGIO DE ESTUDIOS SUPERIORES DE ADMINISTRACION – CESA
MAESTRIA EN FINANZAS CORPORATIVAS**

BOGOTA

2018

Contenido

1. Introducción	6
2. Estado del arte.....	10
3. Marco teórico	17
3.1. Prueba de Kolmogórov-Smirnov	18
3.2. Método de varianzas y covarianzas	18
3.3. Simulación Montecarlo.....	19
3.4. Simulación histórica:	19
3.5. Mercado energético en Colombia:.....	20
4. Metodología	22
4.1. Prueba de ajuste a la distribución:	22
4.2. Var Paramétrico	27
4.3. VaR -Histórico.....	28
4.4. VaR – Montecarlo	29
4.5. VaR Condicionado o Espectro Shortfall	30
4.5.1. Espectro Shorfall- Paramétrico	30
4.5.2. Espectro Shorfall- Simulación Histórica.....	32
4.5.3. Espectro Shorfall- Monte Carlo	34
5. Resultados	36
6. Conclusiones.....	38
7. Bibliografía	40
8. ANEXOS	43
Anexo 1. Listado De Entidades Vigiladas Por La Superintendencia Financiera De Colombia	43
Anexo 2 Ajustes de bondad para los rendimientos del futuro de energía	45

CONTENIDO DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 Disponibilidad del recurso hidráulico	13
Ilustración 2 Curva típica de demanda diaria	14
Ilustración 3 comportamiento del Mercado Eléctrico Colombiano	15
Ilustración 4 Precio promedio diario de bolsa y precio máximos y mínimos por día.....	16
Ilustración 5 Comportamiento de los rendimientos del precio de bolsa desde 2003- 2018.....	22
Ilustración 6 Frecuencia de los rendimientos del precio del Futuro de Energía	23
Ilustración 7 Ajuste de la distribución Logística.....	25

CONTENIDO DE TABLAS

Tabla 1 Estadísticos de los rendimientos del Futuro de Energía.....	24
Tabla 2 Resultados de la prueba de Kolmogórov-Smirnov	25
Tabla 3 Resultados de Ajuste Distribución Logística	26
Tabla 4 Resultados VaR Paramétrico.....	28
Tabla 5 Resultado Var - Histórico.....	29
Tabla 6 Resultados del VaR Montecarlo.....	30
Tabla 7 Resultado Espectro Shotfall- Paramétrico	31
Tabla 8 Resultados Espectro Shorfall- Simulación Histórica	32
Tabla 9 Resultados Espectro Shorfall monte Carlo	34
Tabla 10 Resultados Métodos Paramétricos	36
Tabla 11 Métodos no paramétrico.....	36

1. Introducción

En Colombia, en el 2016, se implementa el sistema integral de administración de riesgo (SIAR) como respuesta a los riesgos financieros que se presentan en el mercado colombiano, derivados de la operatividad diaria que enfrentan las diferentes compañías del sector financiero (**Esquivel, 2012**) y en cumplimiento con la circular 015 de diciembre 30 de 2016. De igual manera, para que las entidades puedan tomar decisiones de inversión de manera eficiente y oportuna, reduciendo de manera significativa sus niveles de riesgo, deben implementar un Sistema de Administración de Riesgo de Mercado (SARM). Este sistema les permite identificar, medir, controlar y monitorear eficazmente (SFC, 2017) el riesgo de mercado, siempre y cuando se implemente para todas las posiciones propias y de terceros que se lleven al interior de cada compañía. Dichas entidades deben reportar el valor en riesgo de sus portafolios de inversión de forma que se pueda cuantificar su riesgo de mercado, a través de cualquier método existente que se encuentre aceptado en el capítulo XXI de la Superintendencia Financiera de Colombia contemplado en su Anexo 2. Para este trabajo se toma como mercado objetivo las entidades financieras vigiladas por la Superintendencia Financiera de Colombia en la cual se tienen 418 entidades registradas en diferentes tipos, ver Anexo 1 (listado general de entidades vigiladas por la Superintendencia Financiera de Colombia, 2017). En desarrollo de sus operaciones, las entidades sometidas a la inspección y vigilancia (entidades vigiladas) de la Superintendencia Financiera de Colombia (SFC) se exponen al riesgo de mercado, el cual en caso de materializarse puede llegar a afectar la estabilidad y la viabilidad financiera de las mismas y del sistema financiero en su integridad (SFC, 2017).

Dado el riesgo, se desea realizar la tipificación de la distribución de rendimientos de los futuros de energía y sobre esta proponer una medición del riesgo de mercado de dicho activo. De igual manera, al tener en cuenta que se desconoce qué tipo de distribución de rendimientos presenta este subyacente, se debe proponer una medida de valor en riesgo diferente a los métodos tradicionales propuestos y aceptados por la Superintendencia Financiera de Colombia como:

- Método paramétricos como el modelo de varianzas y covarianzas
- métodos no paramétricos como la Simulación histórica o Simulación Montecarlo

Con base en lo anterior, se debe medir el riesgo de mercado respecto a las entidades que apliquen, conforme a la lista establecida en el numeral 5.2.1. del Capítulo XXI de la Circular 100 de 1995, establecido en el Anexo 2 del capítulo XXI (SFC, 2017). Sin embargo, en dicho Anexo, para las Posiciones en derivados se establece: “Para su inclusión en el cálculo de la exposición a riesgos de mercado... los instrumentos derivados deberán ser convertidos en posiciones de los instrumentos subyacentes correspondientes... Los montos reportados corresponderán al valor de mercado de las posiciones nocionales reportadas” (SFC, 2017).

De acuerdo con lo antes expuesto no se evidencia de qué manera se debe calcular el VaR para otro tipo de derivados financieros diferentes a los de tasa de interés, tasa de cambio, títulos de deuda, divisas, acciones (índices de acciones). Es por esto que para este trabajo se debe proponer una metodología para calcular el VaR de los Futuros energéticos que se transan en Colombia y que pueda ser usada por cualquier entidad que tenga dentro de su portafolio dicho activo y permita mitigar el riesgo que se está generando por la subestimación del VaR, por el uso de las metodologías que no capturan las distorsiones que se generan en la distribución de rendimientos.

De acuerdo con (Ávila, 2009) la compañía puede disminuir el valor de su patrimonio técnico como consecuencia de cambios en el precio de este instrumento financieros en los que la entidad mantenga posiciones dentro o fuera de balance además de realizar la medición errada de dicho futuro dado que el subyacente no sigue un proceso de distribución normal.

Si bien los futuros de energía se transan en Derivex y puede ser adquiridos por cualquiera de estas entidades financieras, con este trabajo se busca que la estimación del Valor en Riesgo sea lo más exacta posible, con el fin de que la compañía no incurra en pérdidas por subestimar el riesgo asociado a dicho activo.

Para la aplicación de las diferentes metodologías se debe calcular la rentabilidad a diario (con el logaritmo de la razón del rendimiento del día de hoy sobre el del día anterior) de forma que se pueda obtener una suma ponderada del activo y observar la volatilidad que presenta dicho subyacente; adicional a lo anterior se debe de construir la frecuencia de los rendimientos del futuro y graficar dicha distribución con la finalidad de evaluar qué proceso de distribución se sigue y si cumple los supuestos de las metodologías planteadas en las metodologías tradicionales como por ejemplo simulación histórica, modelo de Montecarlo o varianzas y covarianzas. Para la construcción de la gráfica de distribución de frecuencias se debe determinar un mínimo y máximo de las observaciones, un subintervalo que serán los rangos o clases y así mismo calcular la frecuencia por clase, también se pueden realizar ventanas móviles las cuales nos permitirán describir con mayor claridad el comportamiento de dicho subyacente acompañada de las variables que afectan el precio como lo es el clima, recesiones o fenómenos climáticos, todo esto con la finalidad de determinar el tipo de distribución que tiene el rendimiento del activo se estima que de acuerdo al comportamiento del subyacente puede tener una distribución de tipo Poisson o de Valor absoluto la cual presenta colas gordas y presenta una curtosis alta.

Dependiendo el tipo de distribución se calculará la media, la desviación estándar, junto con la curtosis y el sesgo esto con la finalidad de determinar el intervalo de confianza (99% o 95%) si estos resultados no satisfacen los supuestos de cada modelo tradicional planteado se debe aplicar metodologías más modernas como valores extremos y pruebas de backtesting.

La validez del modelo propuesto determinará que sea óptimo para el inversionista o para el ente de control de acuerdo con los resultados obtenidos que sean consistentes al comportamiento del mercado asociado y a la distribución de rendimientos del activo.

El trabajo se compone de 5 capítulos. El primero corresponde a esta introducción, donde se proponen unos objetivos y describe la importancia a nivel nacional de evaluar las metodologías para el cálculo del valor de riesgo de los activos que se encuentran en el mercado. En el segundo capítulo se realiza una descripción del origen de los riesgos y algunas de las metodologías que se ha usado a nivel nacional e internacional para diferentes activos, además de una descripción del mercado energético en Colombia. El tercer capítulo corresponde al marco teórico, donde se explica cada una de las metodologías a utilizar para la evaluación del comportamiento de los rendimientos del precio del futuro de energía. En el cuarto capítulo se hace una descripción detallada de los resultados obtenidos al aplicar cada una de las metodologías propuestas sobre el precio spot de la bolsa de energía en Colombia. En el capítulo cinco se presentan las conclusiones y oportunidades de investigación y desarrollo a futuro sobre este tipo de subyacente.

2. Estado del arte

La palabra riesgo viene del latín *risicare*, del cual se interpreta como atreverse o correr peligro, en finanzas el riesgo financiero se relaciona con las pérdidas potenciales que se pueden sufrir en un portafolio de inversión. (De Lara Haro, 2011), sin embargo en la literatura se encuentra que hay dos medidas estándar de riesgo, que son el Value-at-Risk (VaR) y déficit esperado (ES) (viral V. Acharya, 2010), la medición y cuantificación de los riesgos se relaciona con la probabilidad de pérdida en un horizonte de tiempo determinado, de aquí surge la administración de riesgos, la cual considera cada uno de los riesgos a los cuales se encuentran expuestos los inversionistas en cada uno de sus portafolios, y surge la necesidad de realizar la evaluación de la medición del riesgo de mercado, tomando como referencia los nuevos instrumentos financieros como la volatilidad de las variables que afectan los precios de esos instrumentos. En 1973 Fisher Black y Myron Scholes propusieron una fórmula para evaluar el precio de las opciones, de la cual en 1994 JP Morgan propone un nuevo modelo llamado “Riskmetrics” (Venegas, 2008), a su vez en el año 1995 el Banco internacional de Pagos (BIS), por intermedio del Comité de Supervisión Bancaria de Basilea (Suiza), propuso nuevas políticas y procedimientos para la medición, el control y la gestión de riesgos financieros (enmienda al acuerdo de Basilea de 1988), como el Valor a Riesgo o VaR. No obstante, la metodología VaR adoptada por el Comité de Basilea para establecer requisitos mínimos de capital está basada en supuestos de normalidad (Pamela, 2004). El concepto de valor en riesgo como modelo para medir cuantitativamente los riesgos de mercado, es un modelo estadístico basado en la teoría de la probabilidad, sin embargo, existe otra medida para evaluar la pérdida que pueden sufrir las

entidades, mediante el cálculo del déficit esperado, el cual resulta del promedio de los rendimientos en días de pérdida, excediendo el límite VaR.

En Colombia de acuerdo con (avila, 2009) las entidades financieras en los mercados de capitales son más sensibles a la volatilidad de los precios de los instrumentos financieros, hay evidencias de dichos autores donde se evidencia que esto no se ajusta de manera correcta a la serie de retornos financieros, de forma que se debe utilizar la teoría del valor extremo (TVE) para obtener el VaR utilizando el método de picos sobre un umbral (Peaks over thresholds (POT)) (Pamela, 2004).

La teoría del valor extremo (TVE), la cual modela el comportamiento de la cola de la distribución de pérdidas sin suponer una distribución de pérdidas específica, usando sólo los valores extremos y no toda la serie de datos. La TVE provee distribuciones más apropiadas para eventos que ocurren bajo condiciones de mercado extremas (Pamela, 2004) dichos resultados están basados en supuestos de que las observaciones en la cola son independientes y están idénticamente distribuidas (i.i.d). (embrechts, klüppelberg, y Mikosch, 1997) en sus estudios indican que es probable que en la práctica cuando se aplica la TVE a datos que no son i.i.d los resultados sean inestables. En diferentes estudios se han combinado modelos GARCH con TVE para solucionar el problema de la dependencia encontrando que, si bien no se generan diferencias significativas en los modelos de GARCH con TVE versus los modelos de TVE, el VaR del GARCH con TVE es más sensible a los retornos observados y es procíclico.

Con estas metodologías el ente regulador busca limitar el riesgo de mercado de las entidades vigiladas, para evitar el riesgo sistémico y de contagio entre las instituciones, el cual se

incrementa en épocas de crisis, donde cada compañía debe asumir riesgos que son generalizados en los mercados nacionales e internacionales para los países con mercados emergentes. Dentro (avila, 2009) de las cuales la compañía se expone a incurrir en pérdidas, que lo pueden llevar a disminuir su valor en el patrimonio técnico como consecuencia en el cambio de los precios de los instrumentos financieros en los que la compañía mantenga posiciones dentro o fuera del balance (Barbadillo, 1992). Para lo cual se busca que se limite el riesgo sistémico y se autocontrole el riesgo de mercado que se asume.

Sin embargo, para los inversionistas es necesario evaluar su racionalidad frente a la toma de decisiones en la cual prefieren un rendimiento más alto por cada nivel de riesgo adicional que se asume, esto es lo que se conoce como “teoría de Markowitz” y la valoración que acompaña cada decisión de inversión.

No es suficiente estimar el valor en riesgo por medio de las diferentes metodologías sin antes evaluar las funciones de distribución que existen en los diferentes activos que se encuentra en el mercado financiero. De acuerdo con el estudio realizado por (Bárbara Trejo, 2006) para el Var paramétrico donde se supone que la variable genera pérdidas y se conoce la función de densidad y se estima un valor crítico:

$$P[X_t \leq X_{t+T}^*] = 1 - \alpha$$

Sin embargo, si la función de densidad tiene el mismo comportamiento de la variable aleatoria, se presenta la dificultad de forma que se debe obtener la función de densidad más adecuada y sobre ésta se deben agregar los riesgos, la distribución conjunta tiene un mayor nivel de complejidad, asumiendo que se sigue una distribución normal se presume que el modelo sobrevalore o subvalore los riesgos. En el estudio de (Bárbara Trejo, 2006) se concluye que las funciones de distribución normal inversa gaussiana y normal con la distribución empírica y las pruebas de Kolmogórov-Smirnov, Si la distribución de

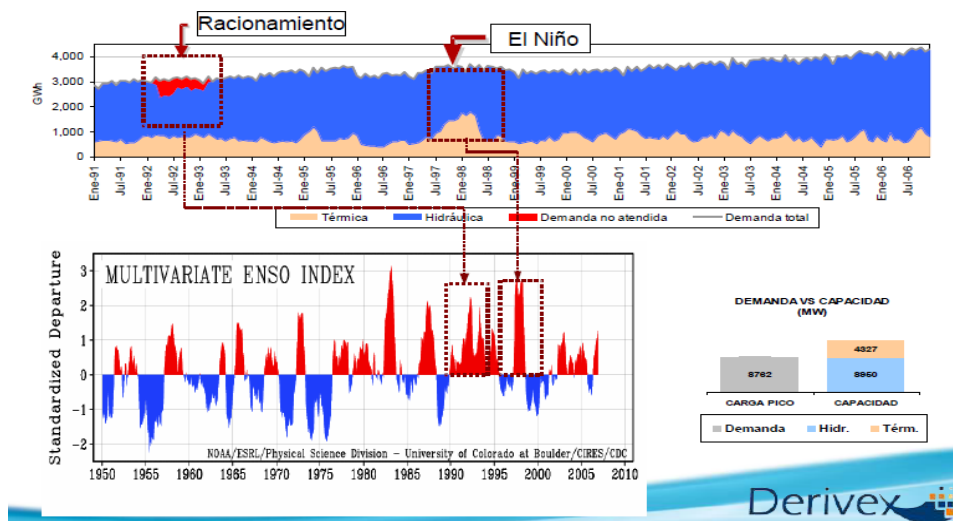
rendimientos de los futuros de energía sigue una distribución normal se revisara con (Derivex, 2017).

La caracterización del mercado energético en Colombia el cual presenta la siguiente estructura del mercado de electricidad que está compuesto por:

- Clientes: los cuales pueden ser regulados o no regulados, de alumbrado público o para exportaciones a otros países.
- Comercialización: se compone de la compra y venta de energía, de la competencia y del margen de comercialización aprobado por la CREG para el mercado regulado.
- Distribución: se puede considerar como un monopolio del servicio además de la línea de acceso a las redes y cargos regulados por los entes.
- Transmisión: se considera un monopolio de servicio y se generó competencia desde 1999 en la expansión del STN.
- Generación: genera competencia y permite que se creen precios libres acordados para generar la competencia en las ofertas de corto plazo y realizar las importaciones de otros países.

La generación de energía eléctrica está supeditada a otro tipo de riesgos como lo son el clima y recursos hídricos disponibles.

Ilustración 1 Disponibilidad del recurso hidráulico

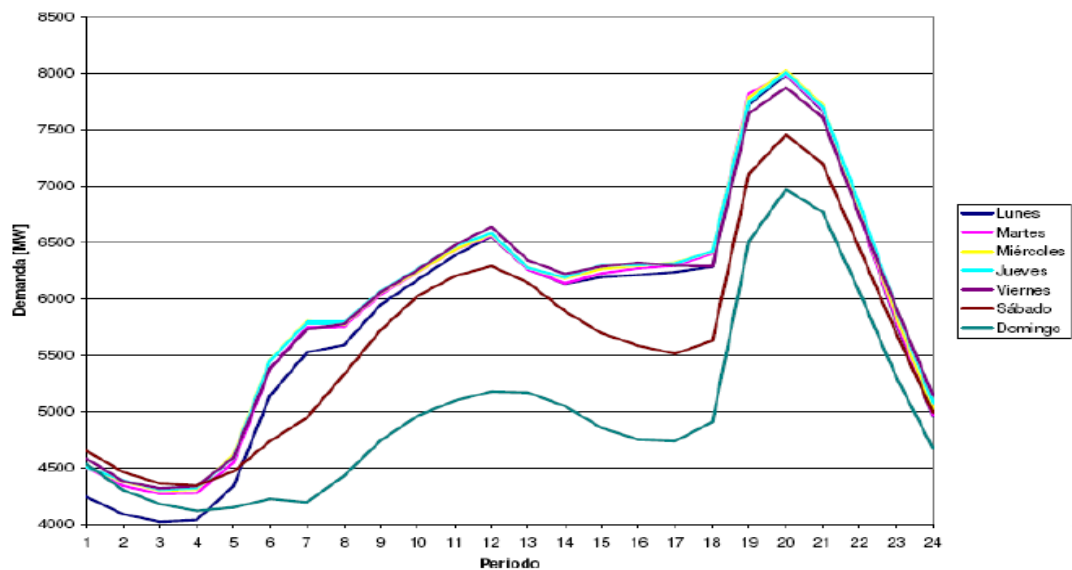


Fuente: Derivex – Caracterización del mercado eléctrico colombiano

En el gráfico anterior se evidencia que en las épocas en las que en Colombia se han presentado racionamientos o se han presentado fenómenos naturales, como lo fue el fenómeno del niño en el año 1999, la variación sobre la generación de energía se ha visto compensada por la energía térmica y ha presentado un exceso de demanda, de forma tal que se presentaron cortes de energía.

Sin embargo, a diario también se presenta una demanda variable la cual nos permite inferir que la distribución de rendimientos no sigue un proceso de distribución normal.

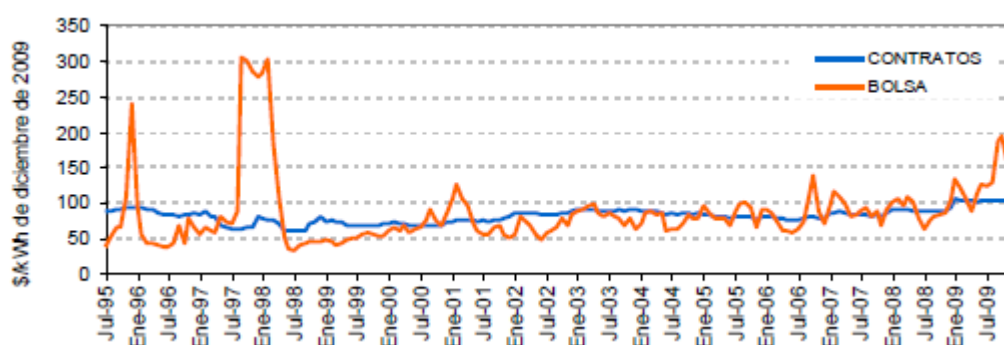
Ilustración 2 Curva típica de demanda diaria



Fuente: Derivex – Caracterización del mercado eléctrico colombiano

Sobre estos hechos es prudente aclarar que en Colombia únicamente existen dos opciones de mercado que permiten contratar la demanda de energía y cubrir los riesgos de mercado, estos son por bolsa y por contratos los cuales presentan el siguiente comportamiento.

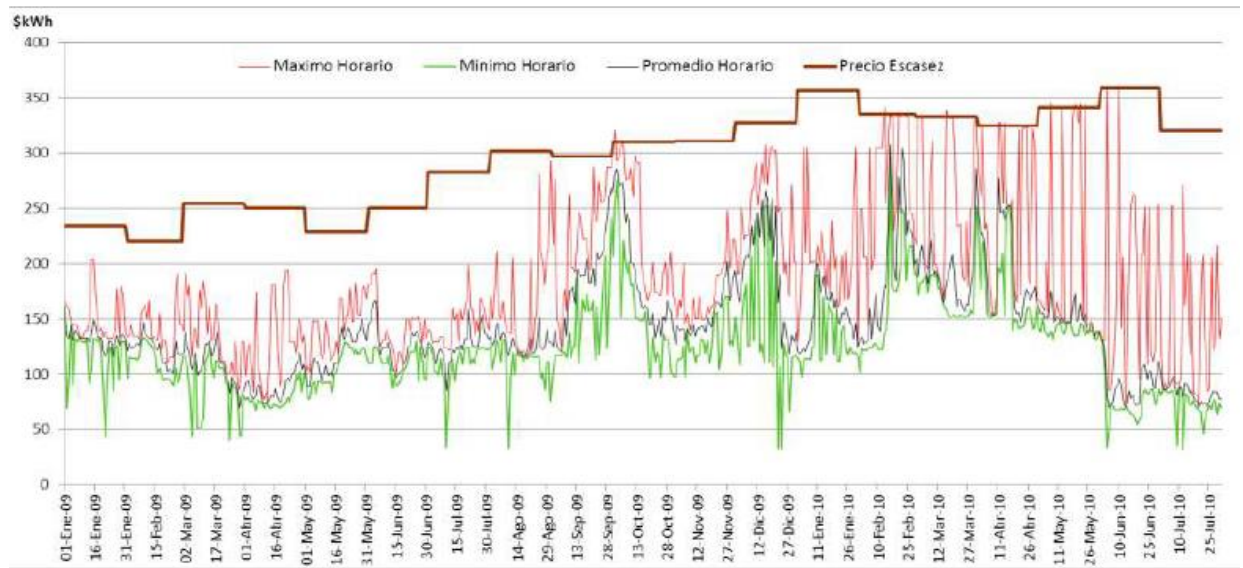
Ilustración 3 comportamiento del Mercado Eléctrico Colombiano



Fuente: Derivex – Caracterización del mercado eléctrico colombiano

..

Ilustración 4 Precio promedio diario de bolsa y precio máximos y mínimos por día



Fuente: Derivex – Caracterización del mercado eléctrico colombiano

3. Marco teórico

El riesgo de mercado se define como la pérdida que puede sufrir un inversionista debido a la diferencia en los precios que se registran en el mercado o en movimientos de los factores de riesgo de mercado (tasa de interés, tipos de cambios etc.). También se puede definir como la probabilidad de que el valor presente neto de un portafolio se mueva adversamente ante cambios en las variables macroeconómicas que determinan el precio de los instrumentos que componen un portafolio de inversiones. (De Lara Haro, 2011) bajo esta definición es necesario que las compañías cuenten con un sistema de administración de riesgos el cual tiene como objetivo asegurar que la entidad o el inversionista no incurran en pérdidas inaceptables, además de mejorar el desempeño financiero teniendo como referencia el rendimiento ajustado por el riesgo.

Las etapas de medición de riesgos incluye la identificación de los factores de riesgo, la cuantificación del riesgo, el control y monitoreo mediante el establecimiento de límites de tolerancia al riesgo, y finalmente la mitigación del riesgo mediante una cobertura.

En cuanto a las metodologías de medición del riesgo de mercado, para el cálculo del VaR se utilizan métodos paramétricos y métodos no paramétricos, los primeros tienen como característica una distribución de rendimientos de manera normal contrario a los no paramétricos o de simulación histórica, los cuales utilizan una serie histórica de precios, a partir de los cuales se construye un histograma.

De otra parte, para determinar si una muestra de datos sigue una distribución normal es necesario realizar pruebas como, la prueba de Lilliefors la cual difiere en algunos aspectos de la prueba de Kolmogórov-Smirnov; o del test de Shapiro-Wilk o de la prueba de Anderson-Darlingson.

La prueba Kolmogórov-Smirnov es más sensible a los valores cercanos a la mediana que a los extremos de la distribución. La prueba de Anderson-Darling proporciona igual sensibilidad con valores extremos.

3.1. Prueba de Kolmogórov-Smirnov

La prueba de Kolmogórov-Smirnov o prueba K-S es una prueba no paramétrica que determina la bondad de ajuste de dos distribuciones de probabilidad entre sí.

Donde se tiene:

$$F_n(x) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n I_{y_i \leq x}$$

Para dos colas el estadístico viene dado por

$$D_n = \max (F_n(x) - F(x))$$

$$D_n = \max (F(x) - F_n(x))$$

Donde $F(x)$ es la distribución presentada como hipótesis.

Una vez determinada la prueba de distribución se realiza una revisión a cada una de las metodologías para el cálculo del VaR.

3.2. Método de varianzas y covarianzas (Santamaría, Méndez, Velandia, & Moreno, 2015): En este se asume que el VaR es proporcional a la desviación estándar del rendimiento del activo a evaluar.

$$R_t = 100 \ln \frac{P_t}{P_{t-1}}$$

Donde : R_t es el rendimiento del activo en el periodo $(t - 1, t)$

P_t es el precio del activo en el momento t .

P_{t-1} es el precio del activo en el momento $t - 1$.

3.3. Simulación Montecarlo (Velandia & Camargo, 2005)_(Santamaría, Méndez, Velandia, & Moreno, 2015): Este método busca generar un gran número de trayectorias de los retornos de mercado. Esas trayectorias son generadas por los retornos de los precios del futuro siguiendo un camino aleatorio y los parámetros del proceso (la media y la varianza de la distribución del modelo), dichos parámetros se obtienen de datos históricos del comportamiento de los precios o factores de riesgo de mercado.

3.4. Simulación histórica: (Pamela, 2004, pág. 304) Consiste en aplicar al activo una serie representativa de retornos históricos del factor de riesgo (precio de cierre), para generar una secuencia de valores del activo que se representan en un histograma.

A partir de ese histograma se procede a calcular el VaR seleccionando el percentil asociado al nivel de confianza deseado.

Sobre esto se conoce que existen tres tipos de simulación histórica, .crecimientos absolutos, crecimientos logarítmicos y crecimientos relativos. (De Lara Haro, 2011).

Sin embargo existen (avila, 2009) otros métodos para la estimación del riesgo de mercado se pueden utilizar métodos fundamentales como lo es la valoración Delta y método de valoración global.

El método de valoración Delta estima la variación del valor de un portafolio con una medida de sensibilidad de los factores de riesgo¹ calculada de la siguiente manera:

¹ La sensibilidad se determina como la relación entre los cambios en el valor del instrumento financiero contra un facto o índice relacionado, ejemplo el Beta en el caso de las acciones etc.

Perdida/ganancia potencial= sensibilidad de la posición (delta) x cambios potenciales en los factores de riesgo (tasas de interés, de cambio, y precios de activos).

La aplicación de este método se limita a posiciones lineales, es un método paramétrico, siendo los parámetros las volatilidades y las correlaciones de las distribuciones de rendimientos por variación de los precios. La ventaja de este método radica en calcular una única vez el valor del portafolio, para lo cual se requiere el valor de mercado de los instrumentos financieros que lo componen.

El método de valoración global o valoración completa busca estimar el valor del portafolio en diferentes situaciones o escenarios calculado como:

Perdida/ganancia potencial = valor de la posición después del cambio potencial del mercado – valor de la posición actual.

Con esta valoración es posible realizar el uso de escenarios definidos y el uso de escenarios extrapolados por simulación Montecarlo, generando escenarios de precios y tipos de futuros.

Estos métodos se diferencian entre sí por la forma de ponderar las variables y de obtener los resultados además de las técnicas empleadas para su obtención; es por esto por lo que se hace importante determinar cuál de éstos es el que elimina todas las distorsiones que se generan en el mercado por la oferta y demanda del activo subyacente.

3.5.Mercado energético en Colombia:

En Colombia se presenta la siguiente estructura del mercado de derivados de energía. (Xm, 2017), El mercado mayorista eléctrico en Colombia es un mercado competitivo creado por la reforma Eléctrica (leyes 142 y 143 de 1994) en el cual participan generadores,

transmisores, distribuidores, comercializadores y grandes consumidores de electricidad o usuarios no regulados. El ente regulador CREG, establece las reglas aplicables a este mercado.

El activo por evaluar es el contrato del futuro de Energía Eléctrica; un contrato de futuro es un acuerdo entre dos partes para comprar- vender un bien denominado subyacente en una fecha futura especificada y a un precio previamente acordado. Este tipo de contrato ya se encuentra estandarizado y se cotiza en una bolsa organizada, en la que se especifica, cantidad, calidad y fecha de entrega del producto, así como la vigencia del contrato. (De Lara Haro, 2011). Este tipo de contratos de cobertura son los instrumentos que la empresa usa como mecanismo para mitigar el riesgo en que la empresa esta vulnerable ya que al tomar el contrato de cobertura está implícita, expuesta a una operación – actividad que no está a su alcance, que no puede controlar (Barbadillo, 1992). Visto de esta manera el instrumento el cual se toma con la intención de reducir el riesgo termina siendo el riesgo en sí mismo, riesgos de menor magnitud, los cuales el sistema contable debe asumir dichos cálculos.

Como referencia para riesgos de mercado de la Superintendencia financiera de Colombia en su capítulo XXI, se define como riesgo de mercado la posibilidad de que las entidades incurran en pérdidas asociadas a la disminución del valor de sus portafolios, las caídas del valor de las carteras colectivas o fondos que administran, por efecto de cambios en el precio de los instrumentos financieros en los cuales se mantienen posiciones dentro o fuera del balance. (entidades vigiladas por la Superintendencia Financiera de Colombia, 2017).

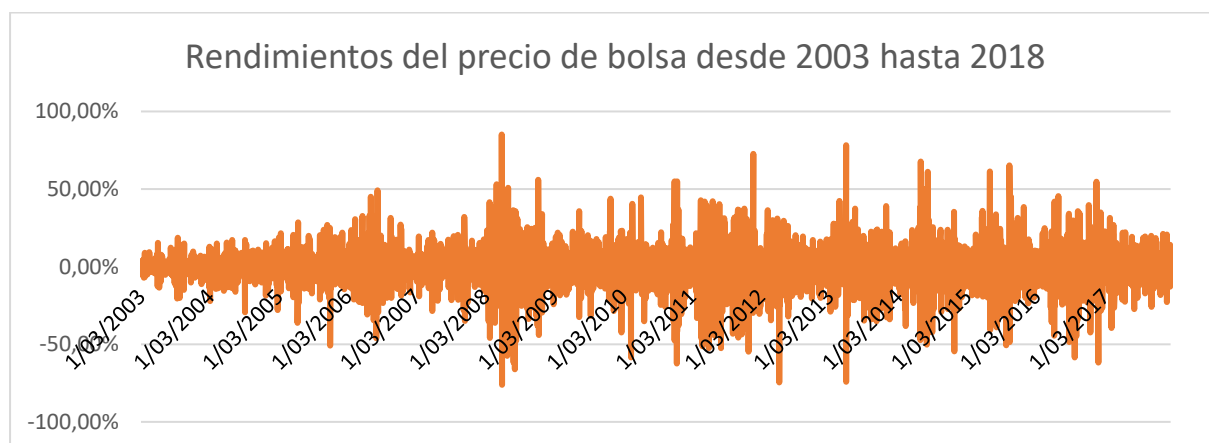
4. Metodología

Para el modelo de riesgo de mercado se toma como activo a evaluar el precio spot de bolsa del futuro de energía, que corresponde al precio de cierre diario de los futuros de energía en Colombia publicado por DERIVEX desde el 1 de marzo de 2003 hasta el 10 de febrero de 2018; sobre esta información, se procede a realizar el cálculo del valor en riesgo de este subyacente mediante el uso de las diferentes metodologías no paramétricas.

4.1. Prueba de ajuste a la distribución:

Para realizar el cálculo del VaR paramétrico se toma el precio de cierre de bolsa del futuro de energía de cada día para calcular la rentabilidad diaria (con el logaritmo de la razón del rendimiento del día de hoy sobre el del día anterior) de forma que se pueda obtener una suma ponderada del precio del activo y observar la volatilidad que presenta dicho subyacente para lo cual se observa el siguiente comportamiento.

Ilustración 5 Comportamiento de los rendimientos del precio de bolsa desde 2003- 2018

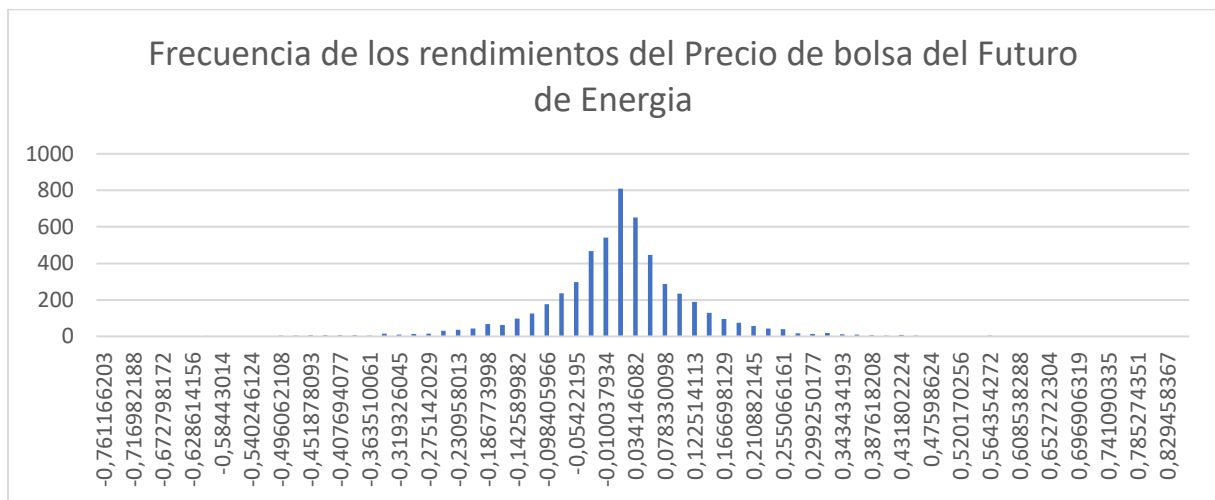


Fuente Elaboración propia a partir de los cálculos realizados del precio de bolsa método

VaR Paramétrico

Con los resultados obtenidos en el primer paso se procede a elaborar la frecuencia de los rendimientos, construyendo un histograma con el fin de evaluar qué tipo de distribución siguen éstos.

Ilustración 6 Frecuencia de los rendimientos del precio del Futuro de Energía



*Fuente Elaboración propia a partir de los cálculos realizados del precio de bolsa método
VaR Paramétrico*

De la Ilustración 6 *Frecuencia de los rendimientos del precio del Futuro de Energía* se evidencia que la rentabilidad del futuro de energía no sigue una distribución normal dado que presenta colas muy largas y gruesas, dicha afirmación está acorde con los siguientes estadísticos donde presenta una curtosis de 5,6290 es decir es más puntuda su media con relación a una distribución normal.

Tabla 1 Estadísticos de los rendimientos del Futuro de Energía

Media	-9,97939E-05
Error típico	0,001609986
Mediana	0,001608195
Moda	0
Desviación estándar	0,118975666
Varianza de la muestra	0,014155209
Curtosis	5,629046977
Coefficiente de asimetría	-0,126754678
Rango	1,612716578
Mínimo	-0,761166203
Máximo	0,851550375
Suma	-0,54497434
Cuenta	5461

Fuente Elaboración propia a partir de los cálculos realizados del precio de bolsa método VaR Paramétrico

Por tanto, se debe identificar qué tipo de distribución siguen los rendimientos del futuro de energía. Para esto, se hace uso de la herramienta de Excel- CRYSTAL BALL y se realiza la prueba de Kolmogórov-Smirnov (también prueba K-S) es una prueba no paramétrica en la cual determina la bondad de ajuste de dos distribuciones de probabilidad entre sí.

En este caso se introducen los rendimientos de dicho activo desde 5 de junio de 2004 hasta el 18 de febrero de 2018 es decir los últimos 5000 datos ya que la simulación no permite más datos. Se realiza la evaluación por bondad de ajuste en lotes, obteniendo la siguiente información:

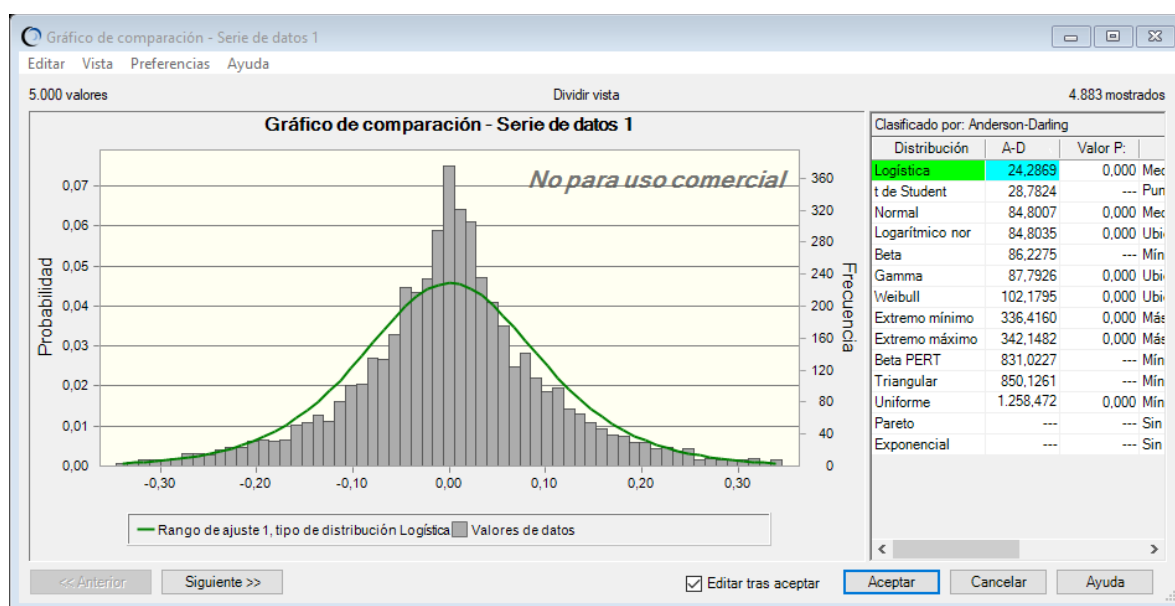
Tabla 2 Resultados de la prueba de Kolmogórov-Smirnov

Distribución	A-D	P:	K-S	K-S Valo	Chi-cuadrado	Chi-cuadrado	Parámetros
Logística	24,2871	0,000	0,0472	0,000	386,4777	0,000	Media=0.00083, Escala=0.06172
t de Student	28,7868	---	0,0543	---	368,8524	0,000	Punto medio=-0.00015, Escala=0.09656, Grados de libertad=5.16802
Normal	84,8277	0,000	0,0859	0,000	878,8656	0,000	Media=-0.00015, Desv est=0.12333
Logarítmico normal	84,8305	0,000	0,0859	0,000	879,6719	0,000	Media=-0.00015, Desv est=0.12333, Ubicación=-2390.59592
Beta	86,2549	---	0,0864	---	894,8112	0,000	Mínimo=-1.74843, Máximo=1.74812, Alfa=100, Beta=100
Gamma	87,8243	0,000	0,0898	0,000	912,1902	0,000	Ubicación=-3.91916, Escala=0.00392, Forma=999
Weibull	102,1894	0,000	0,0936	0,000	1013,2835	0,000	Ubicación=-0.45681, Escala=0.5026, Forma=4.17182
Extremo mínimo	336,5179	0,000	0,1665	0,000	2885,9074	0,000	Más probable=0.06137, Escala=0.16102
Extremo máximo	342,2790	0,000	0,1622	0,000	2976,4973	0,000	Más probable=-0.0633, Escala=0.16085
Beta PERT	831,2668	---	0,2667	---	8944,7245	0,000	Mínimo=-0.77528, Más probable=-0.00254, Máximo=0.86652
Triangular	850,3626	---	0,2826	---	8648,5661	0,000	Mínimo=-0.77528, Más probable=-0.00254, Máximo=0.86652
Uniforme	1258,7783	0,000	0,3617	0,000	20173,1444	0,000	Mínimo=-0.76149, Máximo=0.85187

Fuente Elaboración propia a partir de los cálculos realizados del precio de bolsa prueba de Kolmogórov-Smirnov

Con estos resultados se evidencia que la distribución de los rendimientos de los futuros de energía se asemeja a una distribución logística.

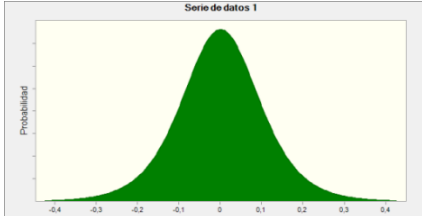
Ilustración 7 Ajuste de la distribución Logística



Fuente Elaboración propia a partir de los cálculos realizados del precio de bolsa prueba de Kolmogórov-Smirnov- Distribución Logística

Los resultados de las pruebas de ajuste para las demás distribuciones de encuentran el Anexo 2 Ajustes de Bondad para los Rendimientos del Futuro de Energía.

Tabla 3 Resultados de Ajuste Distribución Logística

Informe de Crystal Ball: suposiciones		
Hoja de trabajo: [Precio de Bolsa TX1- Var.xlsx]Suposiciones ajuste por lotes		
Suposición: Serie de datos 1		
Logística distribución con parámetros:		
Media	0,	
Escala	0,06	
Estadísticas:		Distribución
Pruebas		---
Caso base		0,
Media		0,
Mediana		0,
Modo		0,
Desviación estándar		0,11
Varianza		0,01
Sesgo		0,00
Curtosis		4,20
Coefficiente de variación		135,25
Mínimo		-∞
Máximo		∞
Ancho de rango		---
Error estándar medio		---
Percentiles:		Distribución
0%		-∞
10%		-0,13
20%		-0,08
30%		-0,05
40%		-0,02
50%		0,
60%		0,03
70%		0,05
80%		0,09
90%		0,14
100%		∞

Fuente Elaboración propia a partir de los cálculos realizados del precio de bolsa prueba de Kolmogórov-Smirnov

Con los resultados obtenidos en la prueba de ajuste y para realizar el cálculo del VaR de este activo, se sabe que dado que los rendimientos no siguen una distribución normal no es correcto realizar la evaluación por medio del método paramétrico, sin embargo, se realiza el cálculo con el fin de realizar un comparativo entre las diferentes metodologías y evaluar el impacto que tiene hacer uso de esta metodología la cual no es apropiada.

Sobre este impacto se sabe que dependiendo de la posición en la cadena productiva será apropiado usar cada una de las metodologías anteriormente designadas. Es decir, para la Superintendencia Financiera como ente de control será apropiado que la entidad asuma una posición más conservadora en dicha medición y por tanto el VaR sea el mas alto entre las metodologías usadas.

Para las entidades vigiladas ver Anexo 1, en las cuales les conviene tener un menor VaR dentro de sus portafolios, dado que esto implica que las entidades deben tener un respaldo económico que se representa en su patrimonio técnico, mientras el VaR sea mas bajo la entidad financiera tendrá más patrimonio técnico disponible para realizar mayores inversiones, las cuales le permitirán tener una diversificación de su portafolio de inversión.

4.2. Var Paramétrico

Para realizar el cálculo del VaR paramétrico se toma el precio de cierre de bolsa del futuro de energía de cada día para calcular la rentabilidad a diario (con el logaritmo de la razón del rendimiento del día de hoy sobre el del día anterior). Sobre esta metodología se asume que se invertirán 50.000.000 USD en el precio de cierre de día del 1 de marzo de 2003 que fue de \$72,8370833333 para lo cual se obtiene una inversión de \$3.620.625.000, se calcula

la volatilidad de los rendimientos como la desviación estándar de la serie en la cual corresponde a 11,90%, se asume un Alpha de 1,645 que corresponde a un nivel de confianza del 95% se obtiene un valor estimado de perdida de \$708.484,59 que corresponde al 19,57% del valor de la inversión. Si se asume un nivel de confianza del 99% se obtiene un Alpha de 1,960 con un VaR de \$844.209,07 que corresponde al 23,32% de la inversión inicial.

Tabla 4 Resultados VaR Paramétrico

VaR Paramétrico					
USD		50.000	USD		50.000
Inversión	\$	3.620.625,00	Inversión	\$	3.620.625,00
Volatilidad		11,90%	Volatilidad		11,90%
Alpha		1,645	Alpha		1,960
VaR			VaR		
(1d,95%)	\$	708.482,59	(1d,99%)	\$	844.209,07
VaR %		19,57%	VaR %		23,32%

Fuente Elaboración propia a partir de los cálculos realizados del precio de bolsa método VaR Paramétrico

4.3. VaR -Histórico

Para el cálculo del VaR histórico se toma la variación del rendimiento y se multiplica por la inversión inicial como resultado se obtiene la posición de inicial del día siguiente sobre la cual a diario se va estimando un estado de pérdidas y ganancias, una vez finalizado el horizonte de tiempo seleccionado (para este caso el 10 de febrero de 2018) se deben organizar las pérdidas y ganancias obtenidas durante dicho periodo de forma tal que se estima el percentil 5 de la muestra.

El número de observaciones es de 5462 que corresponde a los días transcurridos desde el 1 de marzo de 2003 hasta el 10 de febrero de 2018, se calcula el 5% de las 5462 observaciones el cual corresponde a 273,10 para este caso se procede a tomar del listado de pérdidas y ganancias ordenadas el resultado de la casilla 273 la cual corresponde a \$628.900,29 dicho

valor sobre la inversión inicial corresponde al 17,37% del VaR, para ser más exactos en este cálculo se hace uso de la función percentil de Excel, seleccionando como rango de datos las pérdidas y ganancias asociadas a los rendimientos de cada día y se obtiene bajo un nivel de confianza del 95% un VaR de \$ 628.778,27 con un 17,367% del valor de la inversión inicial.

Tabla 5 Resultado Var - Histórico

VaR Histórico		
USD	50000	
Inversión	3.620.625,00	3.620.625,00
No Obs	5462	5462
Nivel		
confianza	95%	95%
Signif	5%	5%
Posición		
VaR	273	273,10
VaR		
(1d,95%)	\$ 628.900,29	\$ 628.778,27
VaR %	17,370%	17,367%

Fuente Elaboración propia a partir de los cálculos realizados del precio de bolsa método VaR Histórico

4.4. VaR – Montecarlo

Para realizar el cálculo sobre esta metodología se hace uso de los precios de bolsa para el horizonte de tiempo definido, se toma como base el precio del primer día que corresponde a \$72,41 y a este se le suma un componente aleatorio de la media y la desviación estándar de la serie, de forma que se generan igual número de registros como precios; sobre éstos se calcula las pérdidas y ganancias asociadas desde la inversión inicial y se procede a organizarlas de mayor a menor, sobre estas pérdidas se calcula el percentil que corresponde al 5% el cual es la posición 273,10 asociado a la pérdida de \$ (710.877,74) con un VaR de 19,63% de la inversión inicial. Para ser más exactos en dicho cálculo se hace uso de la

función percentil.exe., del cual se obtiene como resultado \$ (692.339,3) que corresponde al 19,12% de la inversión inicial.

Tabla 6 Resultados del VaR Montecarlo

VaR Montecarlo			
V	\$	3.620.625,00	\$ 3.620.625
USD		50.000	50000
Precio Hoy		72,41	72,4125
Media		0,161%	0,161%
Volatilidad		11,90%	11,896%
VaR			
(1d,95%)	\$	(710.877,74)	\$ (692.339,3)
% de VaR		-19,63%	-19,12%

Fuente Elaboración propia a partir de los cálculos realizados del precio de bolsa método VaR Monte Carlo

4.5. VaR Condicionado o Espectro Shortfall

La interpretación que se da a este método es la pérdida promedio que se puede llegar a tener si se excede el VaR. Dicho valor es \$712.692,63 si a este valor le resto el VaR me indica cuál es el exceso de la pérdida que puedo sub o sobre estimar según el método.

4.5.1. Espectro Shortfall- Paramétrico

Para realizar el cálculo del VaR condicionado se debe tomar diferentes niveles de confianza para este caso se asume nivel de confianza a partir del 95% incrementándose en 0,1 en cada registro hasta llegar al 99,90% de forma que la normal estándar varía de acuerdo al nivel de significancia (se consulta tabla de distribución normal) para lo cual se genera un precio a diario asumiendo una volatilidad de 11,90 que corresponde a la desviación estándar de los rendimientos y una inversión inicial de \$3.620.625 (50.000.000 USD por el valor de cierre del primer día \$72,41). Sobre esto se calcula un promedio del VaR (58 precios

generados) \$883.558.000 es la pérdida estimada bajo este método con un VaR de 24,4035% sobre la inversión inicial.

Tabla 7 Resultado Espectro Shotfall- Paramétrico

ES Paramétrico			% VaR Prom
promedio ES	\$ 83.558		24,4035%
ES Paramétrico			
Nivel de conf	Alpha	VaR Paramétrico	% de Var en la Inv
95,10%	1,655	\$ 712.692,63	19,684%
95,20%	1,665	\$ 716.971,88	19,802%
95,30%	1,675	\$ 721.323,10	19,923%
95,40%	1,685	\$ 725.749,19	20,045%
95,50%	1,695	\$ 730.253,28	20,169%
95,60%	1,706	\$ 734.838,66	20,296%
95,70%	1,717	\$ 739.508,87	20,425%
95,80%	1,728	\$ 744.267,67	20,556%
95,90%	1,739	\$ 749.119,09	20,690%
96,00%	1,751	\$ 754.067,46	20,827%
96,10%	1,762	\$ 759.117,40	20,966%
96,20%	1,774	\$ 764.273,89	21,109%
96,30%	1,787	\$ 769.542,31	21,254%
96,40%	1,799	\$ 774.928,44	21,403%
96,50%	1,812	\$ 780.438,54	21,555%
96,60%	1,825	\$ 786.079,40	21,711%
96,70%	1,838	\$ 791.858,40	21,871%
96,80%	1,852	\$ 797.783,56	22,034%
96,90%	1,866	\$ 803.863,65	22,202%
97,00%	1,881	\$ 810.108,27	22,375%
97,10%	1,896	\$ 816.527,95	22,552%
97,20%	1,911	\$ 823.134,32	22,735%
97,30%	1,927	\$ 829.940,21	22,923%
97,40%	1,943	\$ 836.959,84	23,116%
97,50%	1,960	\$ 844.209,07	23,317%
97,60%	1,977	\$ 851.705,63	23,524%
97,70%	1,995	\$ 859.469,43	23,738%
97,80%	2,014	\$ 867.522,95	23,961%
97,90%	2,034	\$ 875.891,68	24,192%
98,00%	2,054	\$ 884.604,75	24,432%
98,10%	2,075	\$ 893.695,60	24,683%
98,20%	2,097	\$ 903.202,90	24,946%

98,30%	2,120	\$ 913.171,75	25,221%
98,40%	2,144	\$ 923.655,18	25,511%
98,50%	2,170	\$ 934.716,14	25,816%
98,60%	2,197	\$ 946.430,19	26,140%
98,70%	2,226	\$ 958.889,13	26,484%
98,80%	2,257	\$ 972.206,12	26,852%
98,90%	2,290	\$ 986.522,89	27,247%
99,00%	2,326	\$ 1.002.020,44	27,675%
99,10%	2,366	\$ 1.018.935,19	28,143%
99,20%	2,409	\$ 1.037.584,55	28,658%
99,30%	2,457	\$ 1.058.409,27	29,233%
99,40%	2,512	\$ 1.082.047,96	29,886%
99,50%	2,576	\$ 1.109.478,79	30,643%
99,60%	2,652	\$ 1.142.317,62	31,550%
99,70%	2,748	\$ 1.183.543,16	32,689%
99,80%	2,878	\$ 1.239.701,48	34,240%
99,90%	3,090	\$ 1.331.045,96	36,763%

Fuente Elaboración propia a partir de los cálculos realizados del precio de bolsa método VaR Espectro Shortfall Paramétrico

4.5.2. Espectro Shortfall- Simulación Histórica

Para realizar el cálculo del VaR condicionado en este caso, se debe tomar diferencial del nivel de confianza, se asume un diferencial a partir del 4,90% disminuyendo en 0,1 en cada registro hasta llegar al 0,1% de forma que el normal estándar varía de acuerdo con el percentil calculado asumiendo los mismos rendimientos (se consulta tabla de distribución normal) para lo cual se genera un precio a diario. Sobre este valor se calcula un promedio del VaR (58 precios generados) \$(883.312) es la pérdida estimada bajo este método con un VaR promedio de -24,3967% sobre la inversión inicial.

Tabla 8 Resultados Espectro Shortfall- Simulación Histórica

ES Sim Histórica		VaR
promedio ES	\$ (883.312)	-24,3967%
ES Sim Histórica		
Significancia	VaR Histórico	% del VaR

4,90%	\$ (634.121)	-17,51%
4,80%	\$ (637.971)	-17,62%
4,70%	\$ (640.754)	-17,70%
4,60%	\$ (650.830)	-17,98%
4,50%	\$ (656.559)	-18,13%
4,40%	\$ (661.069)	-18,26%
4,30%	\$ (664.103)	-18,34%
4,20%	\$ (670.706)	-18,52%
4,10%	\$ (672.717)	-18,58%
4,00%	\$ (678.829)	-18,75%
3,90%	\$ (689.886)	-19,05%
3,80%	\$ (696.650)	-19,24%
3,70%	\$ (702.391)	-19,40%
3,60%	\$ (715.975)	-19,77%
3,50%	\$ (723.929)	-19,99%
3,40%	\$ (731.988)	-20,22%
3,30%	\$ (737.130)	-20,36%
3,20%	\$ (745.485)	-20,59%
3,10%	\$ (753.505)	-20,81%
3,00%	\$ (759.364)	-20,97%
2,90%	\$ (766.345)	-21,17%
2,80%	\$ (778.478)	-21,50%
2,70%	\$ (789.985)	-21,82%
2,60%	\$ (803.043)	-22,18%
2,50%	\$ (811.008)	-22,40%
2,40%	\$ (822.159)	-22,71%
2,30%	\$ (828.610)	-22,89%
2,20%	\$ (847.442)	-23,41%
2,10%	\$ (855.184)	-23,62%
2,00%	\$ (866.377)	-23,93%
1,90%	\$ (885.473)	-24,46%
1,80%	\$ (898.259)	-24,81%
1,70%	\$ (921.949)	-25,46%
1,60%	\$ (946.913)	-26,15%
1,50%	\$ (969.799)	-26,79%
1,40%	\$ (995.029)	-27,48%
1,30%	\$ (1.015.107)	-28,04%
1,20%	\$ (1.058.699)	-29,24%
1,10%	\$ (1.071.439)	-29,59%
1,00%	\$ (1.091.451)	-30,15%
0,90%	\$ (1.150.106)	-31,77%
0,80%	\$ (1.192.388)	-32,93%
0,70%	\$ (1.245.654)	-34,40%
0,60%	\$ (1.285.994)	-35,52%
0,50%	\$ (1.327.309)	-36,66%
0,40%	\$ (1.372.915)	-37,92%
0,30%	\$ (1.442.464)	-39,84%

0,20%	\$ (1.535.453)	-42,41%
0,10%	\$ (1.676.601)	-46,31%

Fuente Elaboración propia a partir de los cálculos realizados del precio de bolsa método VaR Espectro Shortfall Simulación Histórica

4.5.3. Espectro Shortfall- Monte Carlo

Para realizar el cálculo del VaR condicionado se sigue el mismo proceso que el seguido en la simulación histórica dado que no se incluyen el componente aleatorio, obteniendo como resultado un promedio del VaR (58 precios generados). \$(883.312) es la pérdida estimada bajo este método con un VaR promedio de -24,3967% sobre la inversión inicial.

Tabla 9 Resultados Espectro Shortfall monte Carlo

ES MC	
Significancia	VaR MC
4,90%	\$ (634.120,86)
4,80%	\$ (637.969,30)
4,70%	\$ (640.673,63)
4,60%	\$ (650.798,99)
4,50%	\$ (656.543,93)
4,40%	\$ (661.060,79)
4,30%	\$ (664.099,47)
4,20%	\$ (670.603,70)
4,10%	\$ (672.669,52)
4,00%	\$ (678.656,97)
3,90%	\$ (689.855,20)
3,80%	\$ (696.642,26)
3,70%	\$ (702.292,81)
3,60%	\$ (715.883,29)
3,50%	\$ (723.803,96)
3,40%	\$ (731.968,63)
3,30%	\$ (737.082,34)
3,20%	\$ (745.482,36)
3,10%	\$ (753.438,37)
3,00%	\$ (759.294,69)
2,90%	\$ (766.329,81)
2,80%	\$ (778.435,62)

2,70%	\$ (789.970,51)
2,60%	\$ (802.960,98)
2,50%	\$ (810.817,81)
2,40%	\$ (822.146,02)
2,30%	\$ (828.598,63)
2,20%	\$ (847.397,08)
2,10%	\$ (855.131,25)
2,00%	\$ (866.306,99)
1,90%	\$ (885.361,98)
1,80%	\$ (898.244,15)
1,70%	\$ (921.850,89)
1,60%	\$ (946.904,66)
1,50%	\$ (969.615,98)
1,40%	\$ (994.967,06)
1,30%	\$ (1.015.028,75)
1,20%	\$ (1.058.694,78)
1,10%	\$ (1.071.394,32)
1,00%	\$ (1.091.450,69)
0,90%	\$ (1.150.062,91)
0,80%	\$ (1.192.262,16)
0,70%	\$ (1.245.620,71)
0,60%	\$ (1.285.942,90)
0,50%	\$ (1.327.304,29)
0,40%	\$ (1.372.909,38)
0,30%	\$ (1.442.448,59)
0,20%	\$ (1.535.337,95)
0,10%	\$ (1.676.590,94)

Fuente Elaboración propia a partir de los cálculos realizados del precio de bolsa método VaR Espectro Shortfall Monte Carlo

5. Resultados

Dada la metodología antes expuesta, los resultados obtenidos en el desarrollo de este trabajo son:

Tabla 10 Resultados Métodos Paramétricos

Inversión	Precio de cierre	Desviación estándar de	Alpha	Valor estimado de perdida	VaR % de la inversión
50.000 usd \$3.620.625.000	72.83708333	11,90	1,645 =5%	\$708.484,59	19,57%
50.000 usd \$3.620.625.000	72.83708333	11,90	1,960 =1%	\$844.209,07	23,32%
VAR HISTORICO					
Inversión	Precio de cierre	Posición	Alpha	Valor estimado de perdida	VaR % de la inversión
50.000 usd \$3.620.625.000	72.83708333	273,10	5%	\$628.900,29	17,37%
VAR MONTECARLO					
Inversión	Precio de cierre	Posición	Alpha	Valor estimado de perdida	VaR % de la inversión
50.000 usd \$3.620.625.000	72.83708333	273,10	5%	\$692.339,3	19,12%

Fuente Elaboración propia a partir de los cálculos realizados del precio de bolsa método VaR Paramétrico

Tabla 11 Métodos no paramétrico

VAR CONDICIONADO O ESPECTRO SHORTFALL					
*datos promedio dado que el nivel de confianza variaba cada 0.1.					
Inversión	Precio de cierre	Volatilidad	Alpha	Valor estimado de perdida	VaR % de la inversión
50.000 usd \$3.620.625.000	72.83708333	11,90	1,645 =5%	\$883.558.000	24,4035%
ESPECTRO SHORTFALL - PARAMETRICO					
*datos promedio dado que el nivel de confianza variaba cada 0					

Inversión	Precio de cierre	Volatilidad	Alpha	Valor estimado de perdida	VaR % de la inversión
50.000 usd \$3.620.625.000	72.83708333	11,90	1,645 =5%	\$883.558.000	24,4035%
ESPECTRO SHORTFALL – SIMULACION HISTORICA *datos promedio dado que el nivel de confianza variaba cada 0.1					
Inversión	Precio de cierre	Posición	Alpha	Valor estimado de perdida	VaR % de la inversión
50.000 usd \$3.620.625.000	72.83708333	11,90	1,645 =5%	\$883.312.000	24,3967%
ESPECTRO SHORTFALL – MONTE CARLO *datos promedio dado que el nivel de confianza variaba cada 0.1					
Inversión	Precio de cierre	Posición	Alpha	Valor estimado de perdida	VaR % de la inversión
50.000 usd \$3.620.625.000	72.83708333	11,90	1,645 =5%	\$883.312.000	24,3967%

Fuente Elaboración propia a partir de los cálculos realizados del precio de bolsa método VaR Paramétrico

6. Conclusiones

En lo corrido de este trabajo, se evidencio como los rendimientos de los futuros de energía no siguen una distribución normal dadas las pruebas de ajuste a la distribución, para comprobar esto se elaboró la frecuencia de los rendimientos, con el fin de construir un histograma el cual indica que se presenta una curtosis de 5,6290 y un coeficiente de asimetría de - 0,126, lo cual comprueba la hipótesis planteada. Dado la información anterior se hace uso de la herramienta de CRYSTAL BALL y se aplica una prueba de ajuste de bondad de la cual se obtiene como resultado que los rendimientos de los futuros de energía se comportan similar a una distribución logística.

Dada la comprobación de la distribución de los rendimientos se hace necesario hacer uso de métodos no paramétricos para realizar el cálculo del valor en riesgo en riesgo sobre una inversión de 50.000 USD de un derivado energético (futuro de energía).

Con los resultados presentados en el capítulo 5 se observa que el método de VaR Histórico presenta el valor más bajo de perdida esperada de \$628.900,29 que equivale al 17,37% sobre el valor de la inversión inicial con relación a las demás metodologías, siendo este el método más ajustado para las entidades vigiladas que dentro de sus portafolios tengan este tipo de activo; con relación a los espectros shortfall se evidencia que los valores de perdida estimada oscilan entre \$883.312.000 y \$883.558.000 lo cual representa una perdida del 24,39% sobre el valor inicial de la inversión y serian el exceso o monto máximo de la perdida que se puede presentar en dicha inversión de acuerdo al método.

Con los resultados anteriormente expuestos se contribuye al análisis que deben realizar las entidades vigiladas, que dentro de sus portafolios de inversión presentan dicho activo. Para el ente de control es prudente evaluar los diferentes resultados obtenidos a partir de las diferentes metodologías, con el fin de restringir el uso de aquellas que no están acordes a la

distribución de los rendimientos y pueden generar diferencias en la estimación del VaR (sub o sobre estimación) y afectar económicamente a cada una de estas; además de generar un riesgo sistémico y de contagio en Colombia debido a la baja bursatilidad que presenta dicho activo.

7. Bibliografía

- Ávila, j. j. (mayo-agosto de 2009). metodologias de medicion del riesgo de mercado. *revista de ciencias administrativas y sociales*, 19(34), 197-199. Obtenido de www.jstor.org/stable/23742644
- Barbadillo, e. R. (julio- septiembre de 1992). Implicaciones contables de los contrstos de futuros. *revista española de financicion y contabilidad*, 21(72), 609-651. Obtenido de www.jstor.org/stable/42780981
- Bárbara Trejo, J. A. (jan- jun de 2006). Distribucion de los rendimeitnos del emrcado mexicano accionario. *Estudio económicos*, 21(1), 85-118. Obtenido de <http://www.jstor.org/stable/40311512>
- CAN, r. d. (15 de 04 de 2017). Obtenido de <http://www.comunidadandina.org/normativa/dec/D536.htm>
- COLOMBIA, C. D. (2016). *CAMARA DE RIESGO CENTRAL DE CONTRAPARTE DE COLOMBI*. Recuperado el 14 de Agosto de 2016, de <http://www.camaraderiesgo.com/>
- De Lara Haro, A. (2011). *Medicion y control de riesgos financieros* (tercera ed.). Mexico: LIMUSA S.A. de c.v.
- Derivex. (14 de 08 de 2017). *derivex*. Obtenido de <http://www.derivex.com.co/Capacitaciones/Memorias%20de%20Capacitaciones/Caracterizaci%C3%B3n%20del%20Mercado%20El%20C3%A9ctrico%20Colombiano.pdf>

DERIVEX. (ABRIL de 2017). *DERIVEX*. Recuperado el 14 de Agosto de 2016, de <http://www.derivex.com.co/SaladePrensa/Informes%20Mensuales/INFORME%20MENSUAL%20DERIVEX%20-%20Julio%202016.pdf>

Energetico, X. m. (1 de 5 de 2017). *XM- mercado energetico*. Obtenido de <http://www.xm.com.co/Pages/PreguntasFrecuentes.aspx>

Esquivel, L. G. (junio de 2012). *Repositorio Universidad del Rosario*. Recuperado el 15 de Agosto de 2016, de <http://repository.urosario.edu.co/bitstream/handle/10336/4553/1010186806-2013.pdf?sequence=1>

Pamela, C. (2004). VALOR EN RIESGO DE LOS ACTIVOS FINANCIEROS COLOMBIANOS APLICANDO LA TEORIA DE VALOR EXTREMO. *Borradores de Economia*.

Santamaría, S. G., Méndez, O. F., Velandia, L. F., & Moreno, C. A. (Diciembre de 2015). *Comparación de Métodos para la estimación de la incertidumbre del Valor en Riesgo*. Obtenido de http://www.banrep.gov.co/sites/default/files/publicaciones/archivos/ref_tema_83.pdf

SFC, R. d. (24 de 08 de 2017). *Superintendencia Financiera de Colombia*. Obtenido de <https://www.superfinanciera.gov.co/jsp/loader.jsf?lServicio=Publicaciones&lTipo=publicaciones&lFuncion=loadContenidoPublicacion&id=15466>

Superintendencia financiera de Colombia. (30 de 07 de 2017). Recuperado el 30 de julio de 2017, de <https://www.superfinanciera.gov.co/jsp/loader.jsf?lServicio=Publicaciones&lTipo=publicaciones&lFuncion=loadContenidoPublicacion&id=61694>

Velandia, L. F., & Camargo, O. R. (mayo de 2005). *Medidas de riesgo, características y técnicas de medición: una*. Obtenido de Banco de la Republica de Colombia: <http://www.banrep.gov.co/docum/ftp/borra343.pdf>

Venegas, F. (2008). *Riesgos Financieros y económicos. productos derivados y decisiones económicas bajo incertidumbre*. (Segunda ed.). Mexico: Cengage Learning Editores. S.A. de C.V.

viral V. Acharya, L. H. (mayo de 2010). Measuring Systemic Risk. *new york university, stern school of business*. Recuperado el 22 de junio de 2017

Xm. (17 de 04 de 2017). *XM Colombia*. Obtenido de <http://www.xm.com.co/Pages/DescripciondelSistemaElectricoColombiano.aspx>

8. ANEXOS

Anexo 1. Listado De Entidades Vigiladas Por La Superintendencia Financiera De Colombia

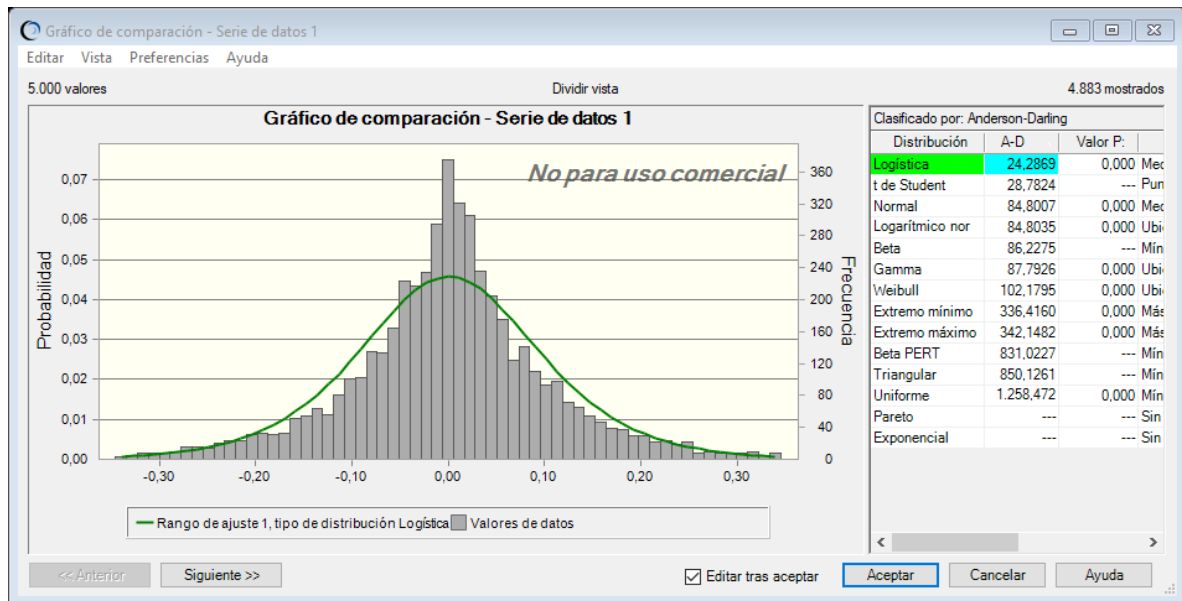
TIPO DE ENTIDAD	TOTAL, ENTIDADES VIGENTES (TIPO)
1 ESTABLECIMIENTOS BANCARIOS	25
2 CORPORACIONES FINANCIERAS	5
4 COMPAÑÍAS DE FINANCIAMIENTO	15
5 SOCIEDADES FIDUCIARIAS	26
6 ALMACENES GENERALES DE DEPÓSITO	4
10 SOCIEDADES DE CAPITALIZACION	3
11 SOCIEDADES CORREDORAS DE SEGUROS	50
13 COMPAÑÍAS DE SEGUROS GENERALES	24
14 COMPAÑÍAS DE SEGUROS DE VIDA	19
15 COOPERATIVAS DE SEGUROS	2
20 ORGANISMOS FINANCIEROS DEL EXTERIOR	45
22 INSTITUCIONES OFICIALES ESPECIALES	11
23 SOCIEDADES ADMINISTRADORAS DE FONDOS DE PENSIONES Y CESANTÍA	4
25 ENTIDADES ADMINISTRADORAS DEL RÉGIMEN SOLIDARIO DE PRIMA MEDIA	6
27 REASEGURADORAS DEL EXTERIOR	20
29 SOCIEDADES DE INTERMEDIACION CAMBIARIA Y SERVICIOS FINANCIEROS ESPECIALES	1
32 ENTIDADES COOPERATIVAS DE CARÁCTER FINANCIERO	5
81 ORGANISMOS DE AUTORREGULACIÓN	1
82 BOLSAS DE VALORES	1
83 SOCIEDADES ADMINISTRADORAS DE DEPOSITOS CENTRALIZADOS DE VALORES	1
84 SOCIEDADES CALIFICADORAS DE VALORES	3
85 COMISIONISTAS DE BOLSAS DE VALORES	21
87 SOCIEDADES ADMINISTRADORAS DE INVERSIÓN	2
91 FONDOS DE GARANTÍAS	1
93 FONDOS MUTUOS DE INVERSIÓN VIGILADOS	38
108 BANCO DE LA REPÚBLICA	1
111 ORGANISMOS FINANCIEROS DEL EXTERIOR SIN ESTABLECIMIENTO DE COMERCIO	20
118 ADMINISTRADORAS DE SISTEMAS DE PAGO DE BAJO VALOR	8
262 INSTITUTOS DE FOMENTO Y DESARROLLO DE LAS ENTIDADES-INFIS	2
400 BOLSAS AGROPECUARIAS	1

401 SOCIEDADES COMISIONISTAS DE BOLSAS AGROPECUARIAS	12
501 SOCIEDADES ADMINISTRADORAS DE SISTEMAS DE NEGOCIACION Y REGISTRO DE DIVISAS	4
502 SOCIEDADES ADMINISTRADORAS DE SISTEMAS DE NEGOCIACION DE VALORES Y DE REGISTRO DE OPERACIONES SOBRE VALORES	4
504 CÁMARA DE RIESGO CENTRAL DE CONTRAPARTE	1
505 SOCIEDADES ADMINISTRADORAS DE SISTEMAS DE COMPENSACIÓN Y LIQUIDACIÓN DE DIVISAS	1
507 OFICINAS DE REPRESENTACIÓN DEL MERCADO DE VALORES DEL EXTERIOR	26
508 OFICINAS DE REPRESENTACION SIN ESTABLECIMIENTOS DE COMERCIO DE SOCIEDADES FIDUCIARIAS	2
509 PROVEEDORES DE PRECIOS PARA VALORACION	2
600 TITULARIZADORAS	1
TOTAL:	418

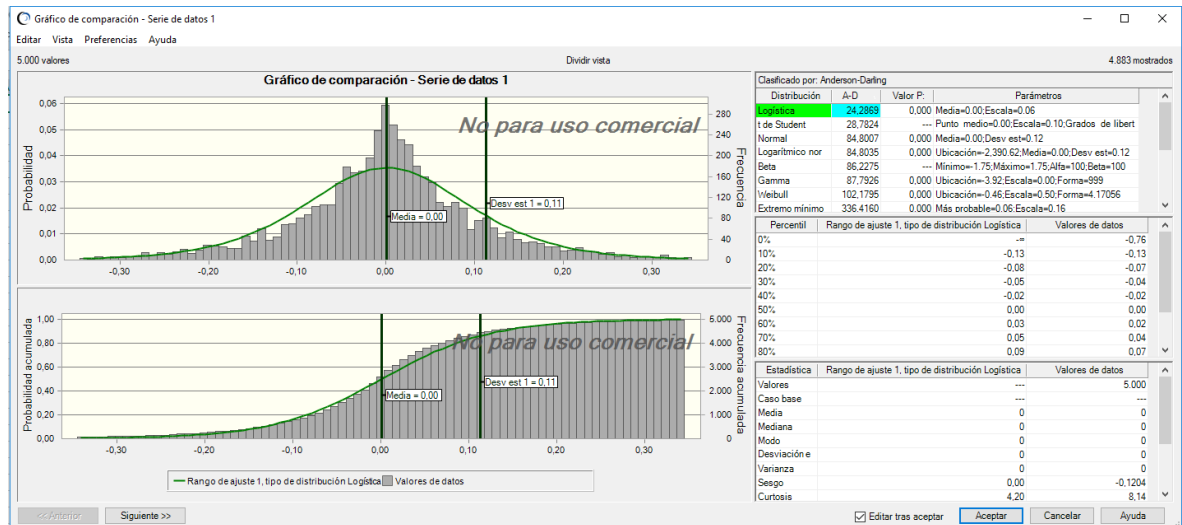
Fuente: (listado general de entidades vigiladas por la Superintendencia Financiera de Colombia, 2017)

Anexo 2 Ajustes de Bondad para los Rendimientos del Futuro de Energía.

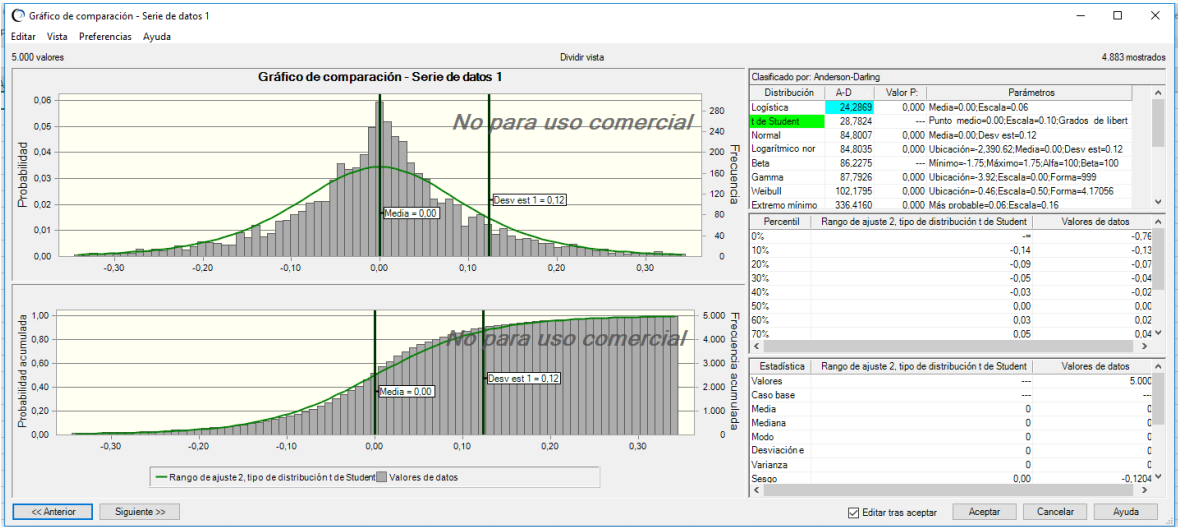
Distribución Logística



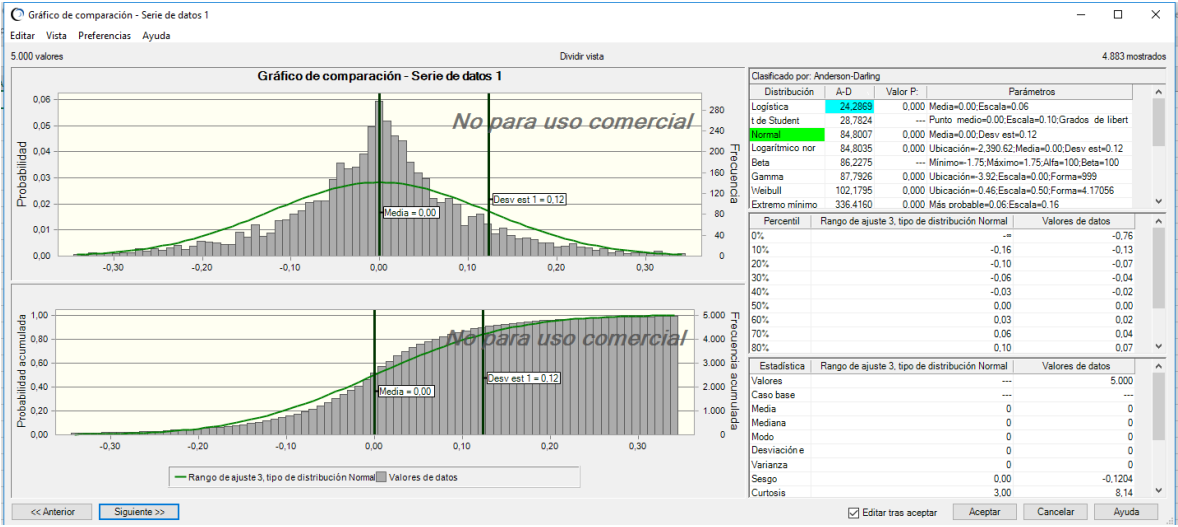
Distribución Logística



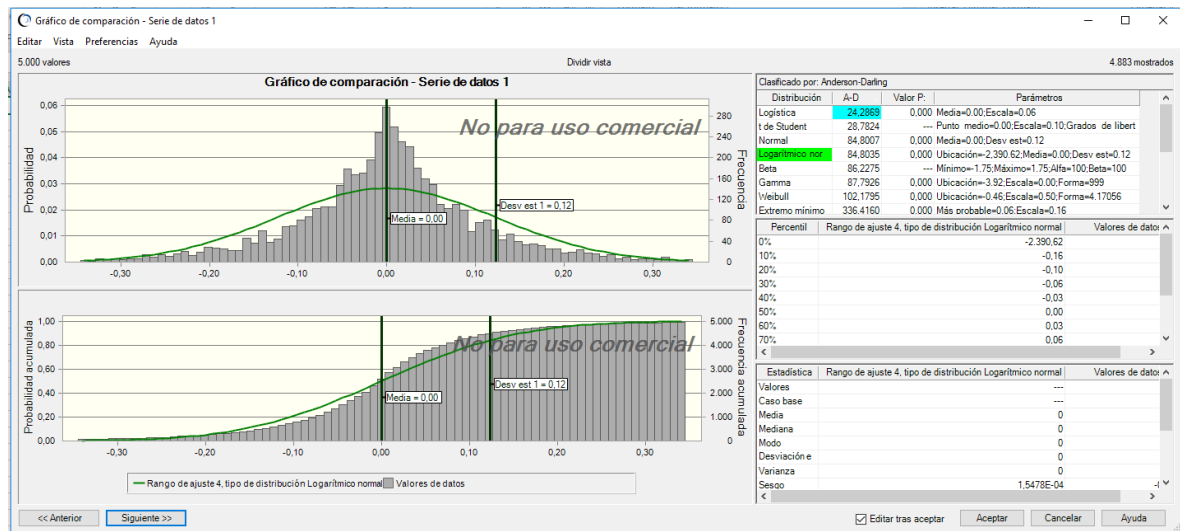
Distribución T de Student



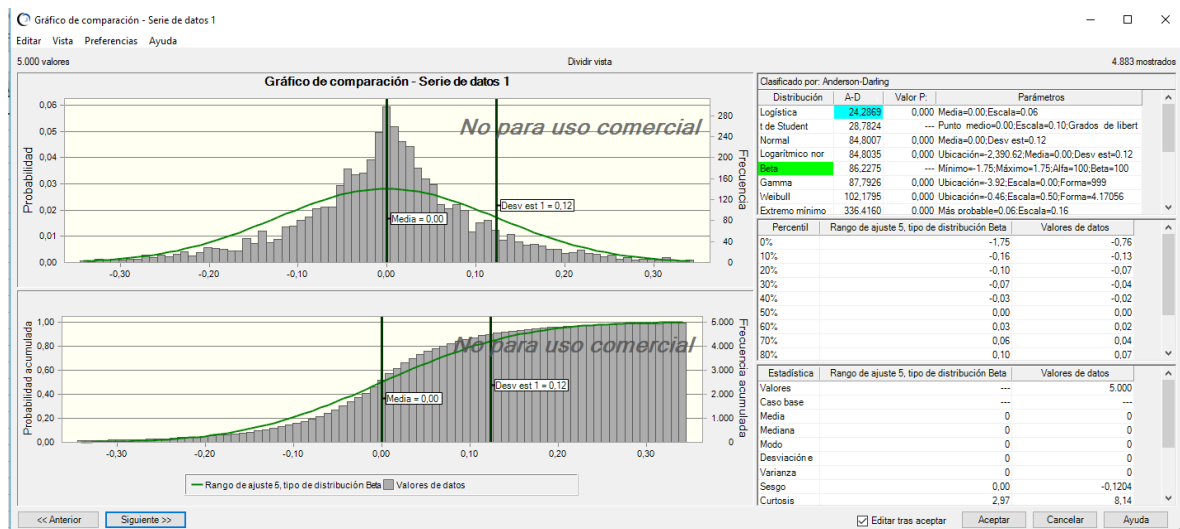
Distribución Normal



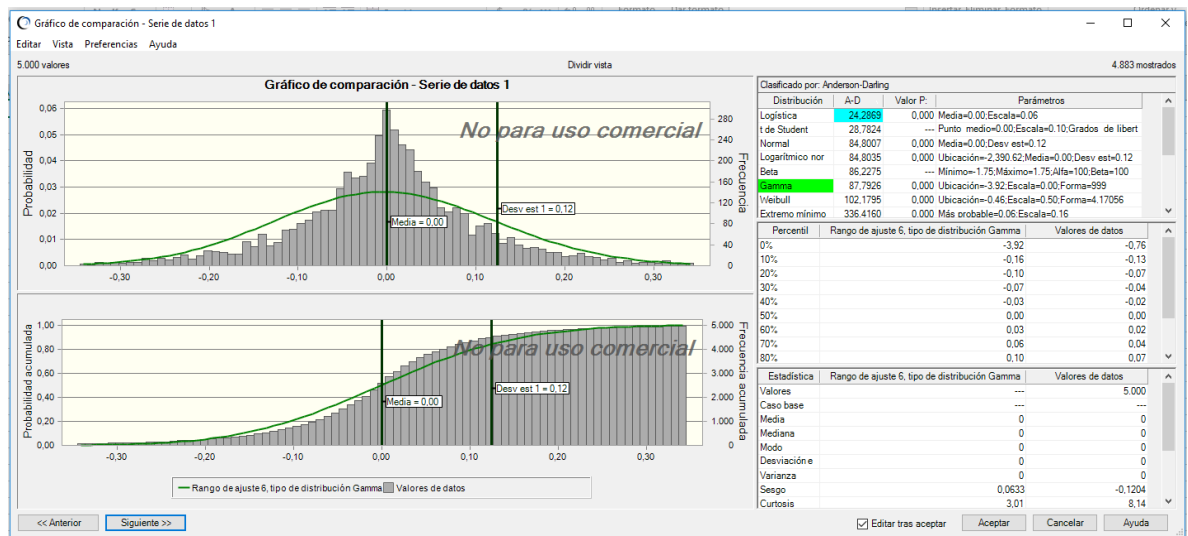
Distribución Logístico Normal



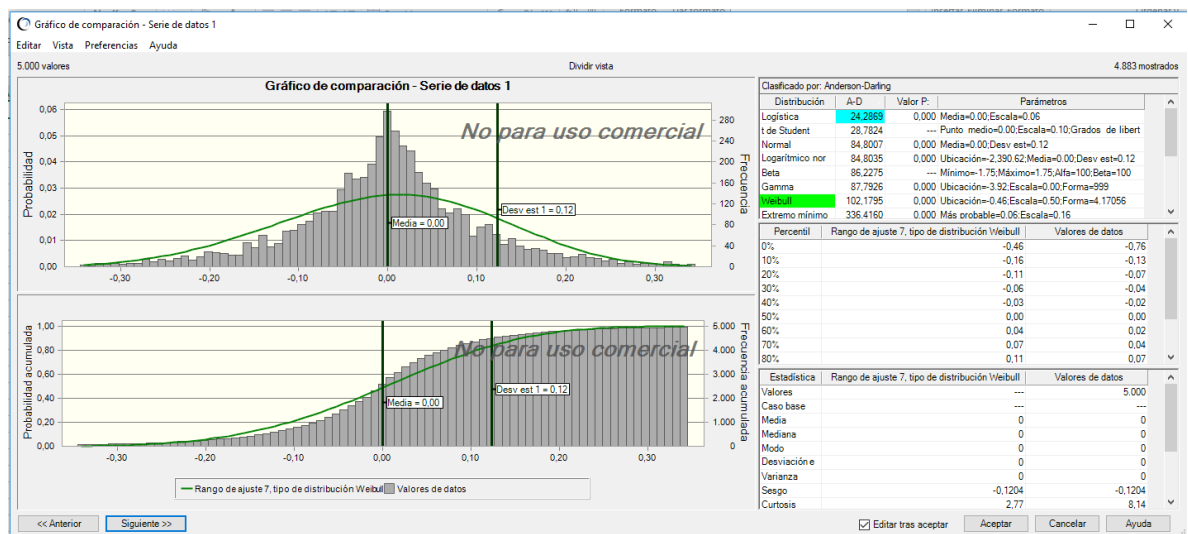
Distribución Beta



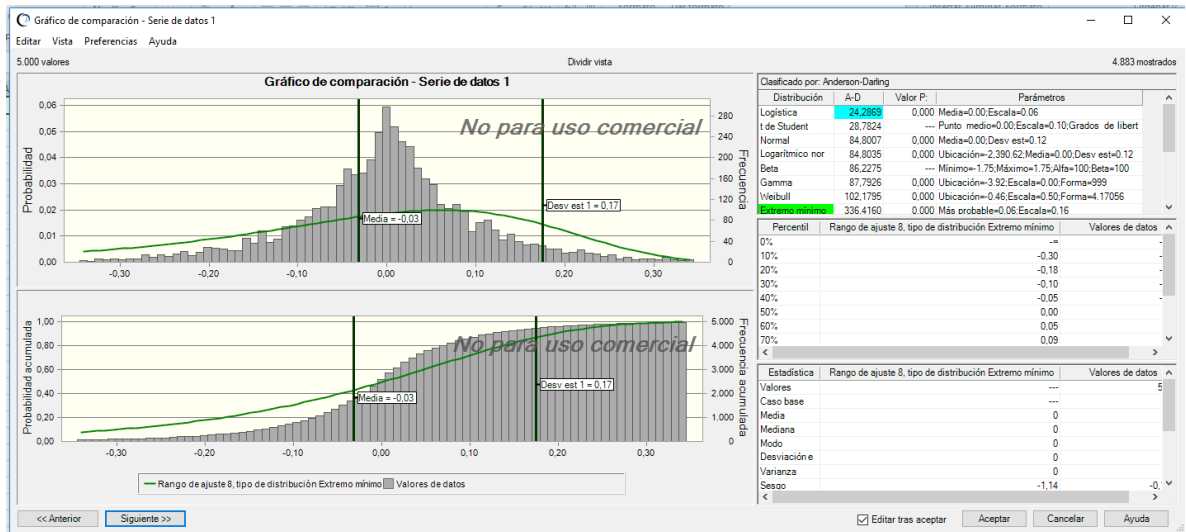
Distribución Gamma



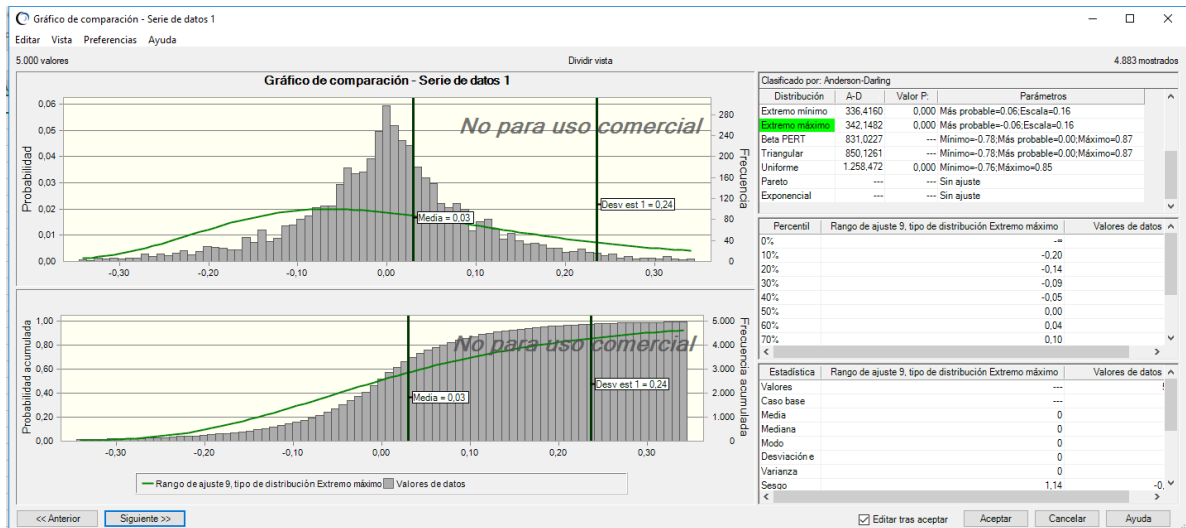
Distribución Weibull



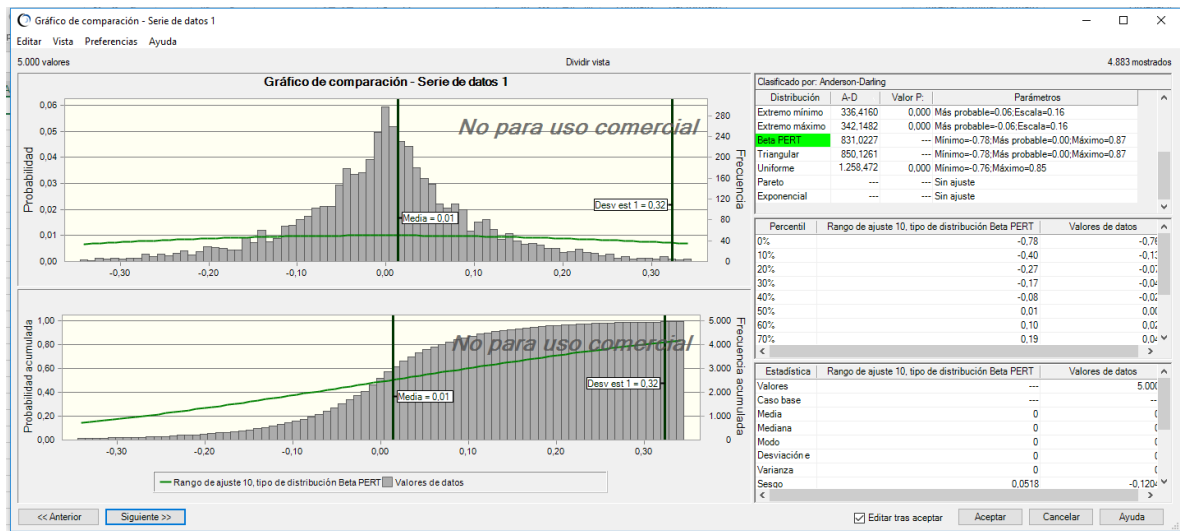
Distribución Extremo Mínimo



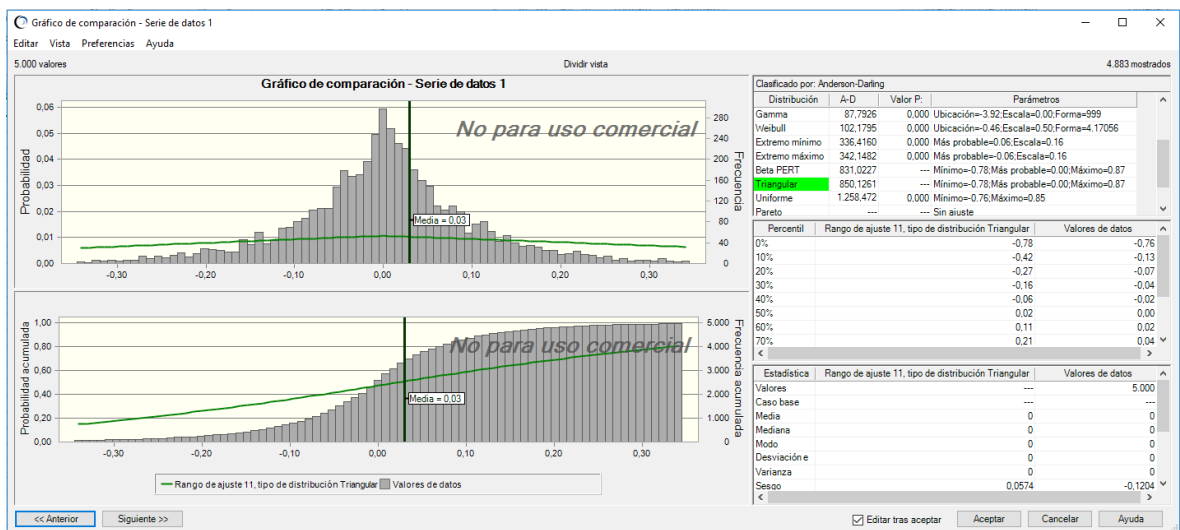
Distribución Extremo Máximo



Distribución Beta PERT



Distribución Triangular



Distribución Uniforme

